

Effectiviteit ATS bespuiting voor vruchtdrachtregulatie appel

F.M. Maas & P.A.H. van der Steeg

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,
Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit,
onderdeel van Wageningen UR
September 2013

Rapportnr.
2013-01

© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving..

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapportnummer 2013-01; € 15,- -

Dit onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw



Projectnummer: 32 350 106 00
PT-nummer: 14631

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit**

Adres : Lingewal 1, 6668 LA Randwijk
Postbus 200, 6670 AE Zetten
Tel. : +31 (0)488 473702
Fax : +31 (0)488 473717
E-mail : infofruit.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

| | |
|---|----|
| SAMENVATTING..... | 5 |
| 1 INLEIDING | 7 |
| 2 MATERIAAL & METHODE | 9 |
| 2.1 Plantmateriaal | 9 |
| 2.2 Bestuiving | 11 |
| 2.3 ATS bespuitingen | 11 |
| 2.4 Pollenbuisgroeimodel | 12 |
| 2.5 Waarnemingen..... | 14 |
| 2.5.1 Vruchtzetting | 14 |
| 2.6 Analyse resultaten..... | 14 |
| 2.6.1 Effect ATS op vruchtzetting | 14 |
| 2.6.2 Pollenbuisgroei | 14 |
| 3 RESULTATEN & DISCUSSIE | 15 |
| 3.1 Vruchtzetting in relatie tot ATS bespuiting | 15 |
| 3.2 Temperatuur en pollenbuisgroei | 21 |
| 3.3 Strategie bloemdunnen met ATS | 23 |
| 4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN | 25 |
| 5 GERAADPLEEGDE LITERATUUR..... | 27 |
| BIJLAGE 1 | 29 |

Samenvatting

Besputtingen met de bladmeststof ammoniumthiosulfaat (ATS) zijn een gangbare methode in de Nederlandse fruitteelt om de vruchtzetting bij appels te beperken. Verondersteld wordt dat ATS dat op de stempel en stijl van geopende bloemen terecht komt de kieming van het pollen en de groei van de pollenbuis verhindert en hierdoor de bevruchting van de bloem voorkomt. De onderzoeksvraag was tot hoeveel uur na de bestuiving ATS de vruchtzetting kan voorkomen en welke invloed de temperatuur, luchtvochtigheid, ATS-dosering en hoeveelheid water waarin ATS wordt verspoten, hebben op de werking van ATS. Een tweede vraag was in hoeverre een model dat op basis van de temperatuur de pollenbuisgroei voorspelt, bruikbaar is om de remming van de vruchtzetting door ATS te kunnen voorspellen en daarmee het juiste moment van toepassing van ATS te kunnen bepalen.

Om deze onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden is gekozen voor een proefopzet waarin vooraf gemerkte, net geopende bloemen handmatig werden bestoven met een commercieel verkrijgbaar mengsel van appelstuifmeel. Tijdens de bloei werden de bomen ingehuld in fijnmazig gaas om bestuiving door bijen en andere insecten te voorkomen. Door op verschillende tijdstippen voorafgaande aan de ATS besputting series bloemen te bestuiven werd de tijd tussen bestuiving en ATS besputting gevarieerd. Voor het onderzoek werd gebruik gemaakt van de pollenbuisgroeigegevens vanuit Engels onderzoek (Williams & Wilson, 1970) op basis waarvan een formule voor pollenbuisgroei in afhankelijkheid van de temperatuur werd afgeleid.

Om in één seizoen een aantal proeven bij verschillende omgevingscondities te kunnen uitvoeren werd gebruik gemaakt van bomen in een bestaande aanplant en tweejarige knipbomen met voldoende bloemknoppen die vanuit koelcel op drie verschillende momenten in het voorjaar werden geplant.

ATS kon, afhankelijk van hoe goed en tijdig de bloemen tijdens de besputting worden geraakt, de vruchtzetting tot bijna 100% verhinderen. De maximale remming van de vruchtzetting werd verkregen bij bloemen die kort voor de bestuiving waren bespoten met ATS. Bij eenmaal bestoven bloemen nam de werking van ATS af recht evenredig met de tijd tussen bestuiving en ATS-besputting en nam de werking sneller af bij hogere temperaturen in de boomgaard. De afname van de werking van ATS vertoonde een duidelijke relatie met de berekende pollenbuisgroei die eveneens hoger is bij hogere temperaturen. Bij een berekende pollenbuisgroei van 50%, d.w.z. als de pollenbuis halverwege de stempel en het vruchtbeginsel in de stijl is, bleek de remmende werking van ATS op de vruchtzetting tot ongeveer 50% te zijn verminderd. Voor het beperken van de vruchtzetting maakte het geen verschil of de 15 kg/ha ATS werd verspoten in 200 liter water of 400 liter water + 1% propyleenglycol. In alle vruchtjes die na ATS besputting aan de boom bleven hangen bleken zich pitten te ontwikkelen, hetgeen aantoont dat de ATS behandeling onvoldoende of te laat is geweest om bevruchting van de bloem te kunnen verhinderen. Zodra de pollenbuis volgens het model 80% van de weg naar het vruchtbeginsel heeft afgelegd in de stijl, had een ATS besputting geen effect meer op de vruchtzetting, met uitzondering van de proef waarin veel bladverbranding was opgetreden door de toevoeging van 1% propyleenglycol aan een besputting met 15kg/ha ATS in 600 liter water. Die behandeling leidde tot een zeer sterk en langdurige remming van de vruchtzetting, waarschijnlijk door verminderde aanmaak van assimilaten waardoor ook een groot deel van de vruchtjes ontstaan uit bevruchte bloemen van de boom ruiden. De tijd waarbinnen 100% pollenbuisgroei werd bereikt volgens het pollenbuisgroeimodel varieerde tussen 95 uur bij een gemiddelde temperatuur van 13,5 °C in de eerste proef in begin mei 2012 tot 49 uur in de vierde proef bij een gemiddelde temperatuur van 21,2 °C in de laatste week van juni 2012.

De conclusie van het onderzoek is dat ATS moet worden gespoten voordat 50% pollenbuisgroei is bereikt, wat bij normale temperatuur tijdens de bloei in Nederland ongeveer overeenkomt met een periode van 48 uur na bestuiving. Bij bomen met grote aantallen bloemclusters, waarbij het streven is om appels te laten groeien uit de koningsbloem van ieder cluster, is de aanbeveling om de bloeiontwikkeling en bestuiving door bijen en andere insecten nauwkeurig te volgen. Op basis van het pollenbuisgroeimodel dient de eerste ATS-besputting dan uitgevoerd te worden zodra de pollenbuisgroei van het gewenste aantal geopende koningsbloemen, inclusief de gewenste marge, dat nodig is om het streefdrachtniveau van de boom te bereiken volgens het model op 50 tot 80% uitkomt.

Met herhaald bespuiten moet daarna de vruchtzetting van later opengaande bloemen zo volledig mogelijk worden voorkomen. Aanbevolen wordt de eerste bespuiting te vervroegen naar het moment dat de eerste 200 bloemen per boom een aantal uren tot een dag hebben gebloeid en de weerscondities voldoende goed zijn geweest voor bestuiving door bijen of andere insecten. Dit is eerder dan in de thans gangbare strategie gebruikelijk is en waarbij de eerste bespuiting 1 dag na volle bloei wordt uitgevoerd.

1 Inleiding

Het reguleren van de vruchtdracht van een appelboom is jaarlijks een van de grootste en meest essentiële uitdagingen voor een fruitteler. Een goede regulatie van de vruchtdracht is noodzakelijk voor het bereiken van een zo hoog mogelijk aandeel appels van een hoge kwaliteit en met een zo hoog mogelijk gehalte aan voedingswaarde, vitamines en antioxidanten. Daarnaast is het reguleren van de vruchtdracht ook nodig om te voorkomen dat de bomen in een beurtjaarritme komen, waardoor jaren met een veel te hoge productie aan appels van slechte kwaliteit worden afgewisseld met jaren waarin de bomen nauwelijks appels produceren en veel te sterk groeien. Beurtjaren zijn niet alleen slecht voor de kwaliteit van het fruit, maar zijn ook slecht voor de vitaliteit van de bomen. Vooral jaren met een te zware dracht verzwakken de boom waardoor deze vatbaarder kan worden voor ziektes.

Het binnen de eerste vijf weken na aanvang van de bloei realiseren van een op het boomvolume aangepast streefaantal vruchten per boom, maakt het mogelijk om jaarlijks een optimale productie van hoogwaardig kwaliteitsfruit te produceren en een evenwichtige en gezonde boomgaard in stand te houden. Een te volle boom later dunnen verbetert over het algemeen nog wel de vruchtkwaliteit, maar voorkomt niet de remming op de bloemknopaanleg en het ontstaan van beurtjaren. Hoe eerder na de bloei wordt gedund tot het gewenste drachtniveau, des te kleiner de kans op een beurtjaar. Inzicht en grip op de juiste wijze van bloemdunning bepaalt daarmee in hoge mate de efficiëntie en kwaliteit van de totale vruchtdrachtregulatie.

Gemiddeld besteden fruittelers 35 uur/ha aan handmatig nadunnen van appelopstanden (KWIN, 2010). Aangenomen dat dit bij 70% van het huidige appelareaal (circa 9000 ha) nodig is, betekent dit in totaal 220.500 uur dunnen. Bij een uurtarief van € 15 is dit dus een kostenpost van ruim 3,3 miljoen euro. Deze berekening is gebaseerd op de benodigde hoeveelheid dunwerk bij een gemiddeld goede werking van toegepaste chemische dunmiddelen. In jaren waarin chemische dunning veel minder goed werkt, zoals in 2011 bij veel bedrijven het geval was, kan het aantal uren handdunnen oplopen tot 100 uur/ha. Naast de extra arbeid voor het handdunnen betekent een niet goed geslaagde chemische dunning ook een verlies aan productie en vruchtkwaliteit, omdat deze zelfs bij een goede handdunning achterblijven ten opzichte van een op een vroeger moment succesvolle chemische dunning. Maatregelen die leiden tot een verbeterde werking van dunmiddelen zullen daardoor het rendement van de teelt sterk kunnen verbeteren, niet alleen door besparing van arbeid voor handdunnen, maar ook voor aanvullende behandelingen met gewasbeschermingsmiddelen om de groei van de boom tijdens een beurtjaar in toom te houden en de bomen in jaren met een te zware dracht gezond en vitaal te houden.

De toepassing van de bladmeststof ammoniumthiosulfaat (ATS) tijdens de bloei is de afgelopen 10 jaar een gangbare methode geworden om de vruchtzetting bij rijkbloeiende appelrassen te beperken. De inzet van ATS leidt echter vaak tot sterk wisselende resultaten, zowel van jaar tot jaar als van perceel tot perceel. Ook geven vergelijkbare toepassingen soms wel en soms geen bladverbrandingsverschijnselen die nadelig kunnen zijn voor de vitaliteit van de boom en de ontwikkeling van de vruchten. Om tot een betere advisering voor de toepassing van ATS te komen is er bij de fruitteeltsector behoefte aan meer kennis over het moment van toepassing van ATS. Deze kennis is nodig om het middel gericht te kunnen inzetten bij de vruchtdrachtregulatie.

Een belangrijk deel van de werking van ATS berust op het voorkomen van bevruchting van bloemen. De veronderstelde werking is dat het ATS dat op de stempels van geopende bloemen terechtkomt de kieming van stuifmeelkorrels op de stempel verhindert. Daarnaast zou ATS ook de groei van de pollenbuis van pas gekiemde stuifmeelkorrels in de stijl van de bloem kunnen remmen. Uit dunproeven en praktijkwaarnemingen is gebleken dat het moment van toepassing van ATS na het opengaan van de bloemen een zeer kritische factor is. Ieder jaar is het voor fruittelers en voorlichters weer de vraag wat het ideale moment is om te beginnen met de eerste bespuiting met ATS.

Bij een dunstrategie waarbij wordt gestreefd voornamelijk de hoofdbloemen van de vruchtclusters op het meerjarige hout te laten uitgroeien en zoveel mogelijk de vruchtzetting van laterale vruchten van dezelfde bloemtrossen te voorkomen, is het nodig om te weten op welk moment de pollenbuis zover in de stijl van deze hoofdbloemen is doorgegroeid dat een bespuiting met ATS de verdere groei van de pollenbuis en bevruchting niet langer kan verhinderen. Voor bloemen waarvoor zetting ongewenst is, is het daarentegen juist van belang te weten binnen hoeveel uur na openen een ATS bespuiting dient te worden uitgevoerd de groei van de pollenbuis te remmen en bevruchting van de bloem te voorkomen.

Om ATS op het juiste tijdstip toe te kunnen passen is het nodig inzicht te hebben in:

- a. het tijdstip waarop een bloem na opengaan is bestoven
- b. het percentage bestoven bloemen in relatie tot de gewenste vruchtdracht
- c. de snelheid van het kiemen van pollen dat leidt tot bevruchting van de bloem
- d. het tijdsvenster waarbinnen ATS vanaf begin bloei tot na bestuiving effectief kan worden ingezet
- e. de beschikbaarheid van bestuiverpollen
- f. de activiteit van bestuivende insecten.

Zowel bestuiving, kieming van het stuifmeel als de groeisnelheid van de pollenbuis zijn afhankelijk van de weersomstandigheden. Het moment van bloemopening en de activiteit van bestuivende insecten kan visueel met het blote oog worden waargenomen. Voor het vaststellen van de tijdsduur tussen bestuiving en bevruchting van de bloem waarin een ATS bespuiting de kieming van het stuifmeel of pollenbuisgroei kan remmen en bevruchting kan voorkomen, zijn proeven nodig waarin nauwkeurig de tijd tussen bestuiving en toediening van ATS wordt gevarieerd en kan worden gerelateerd aan het wel of niet bevruchten van de bloem. Hierbij kan beginnende zaadontwikkeling in de vruchten als maat worden gebruikt voor een geslaagde bevruchting.

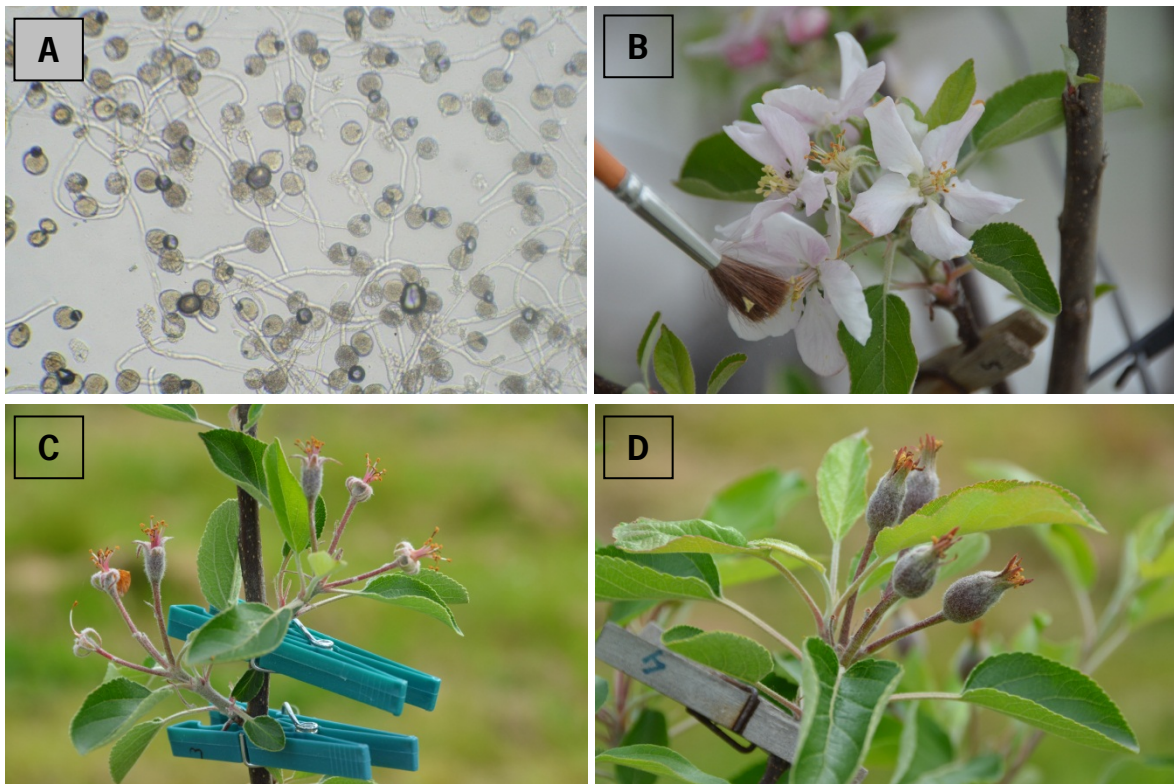
Op basis van het tijdsvenster waarbinnen ATS de bevruchting van individuele bloemen kan voorkomen kan, op basis het verloop van de bloei, de weersomstandigheden en de strategie voor wat betreft aantal vruchten per cluster en verdeling van de productie over meer- en eenjarige hout, door een teler worden beslist op welke momenten hij zijn boomgaard moet behandelen met ATS.

Het doel van dit onderzoek is te bepalen tot hoeveel uur na bestuiving van een bloem de bevruchting kan worden voorkomen door een bespuiting met ATS en in welke mate deze werking van ATS afhangt van de weersomstandigheden voorafgaand aan, tot enkele dagen na de toepassing van ATS.

2 Materiaal & Methode

2.1 Plantmateriaal

Om binnen een seizoen een aantal proeven te kunnen uitvoeren bij verschillende weersomstandigheden is gebruikt gemaakt van bloeiende bomen in een bestaande 'Elstar' aanplant in Randwijk (proef 1) en op drie verschillende tijdstippen (20 maart, 1 mei, 31 mei) in voorjaar 2012 vanuit koelcel geplante tweejarige 'Elstar' knipbomen (proef 2 t/m 4). Voor de laatstgenoemde proeven werden per plantdatum 12 veldjes van elk 10 bomen geplant, waarop vier behandelingen in drievoud werden uitgevoerd.



Figuur 1. In vitro gekiemde stuifmeelkorrels (A) van het gekochte stuifmeelmengsel gebruikt voor de kunstmatige bestuiving van 'Elstar' (B). Gemerkte bloemclusters van 'Elstar' 7 dagen (C) en 11 dagen (D) na de bestuiving. Bomen werden behandeld met ATS 4 uur (C) en 48 uur (D) na de bestuiving. Let op het verschil in vruchtzetting (1 op de 3 bloemen in C en 4 van de 4 bloemen in D).



Figuur 2. Tweejarige 'Elstar' knipbomen geplant op verschillende tijdstippen (A) in voorjaar 2012 en gebruikt voor onderzoek naar de effectiviteit van ATS bespuiting op het beperken van vruchtzetting in 'Elstar' na handmatige bestuiving. Knijpers in B en C zijn gebruikt voor markeren verschillende tijdstippen van bestuiving voorafgaand aan ATS bespuiting. Vanaf aanvang bloei tot ATS bespuiting stonden bomen in tenten van fijnmazig gaas om bestuiving door insecten te vermijden.



Figuur 3. ATS bespuiting 'Elstar' bomen met behulp van tunnelspuit. Onbehandelde controlebomen bleven tot einde bloei ingehuld in tentjes van fijnmazig gaas.

2.2 Bestuiving

Kort voor het opengaan van de eerste bloemen werden de veldjes met proefbomen ingehuld in een kooi van fijnmazig insectenwerend gaas om ongewenste bestuiving door bijen en andere insecten te voorkomen. Vanaf het moment van opengaan van de bloemen werden met regelmatige tussenpozen bloemen gemerkt en handmatig bestoven. Voor de bestuiving werd gebruik gemaakt van een commercieel verkrijgbaar mengsel van stuifmeel van 'Granny Smith', 'Red Delicious' en 'Gala' (FirmYield Pollen, Moxee, Verenigde Staten). Voorafgaand aan de bestuiving werd de kiemkracht van het stuifmeel getest. Hiertoe werd stuifmeel aangebracht op een laagje agar in een petrischaal en werd na een dag bij kamertemperatuur onder de microscoop gekeken of het pollen was gekiemd. Het stuifmeel werd met een penseel op de stempels van de vooraf gemerkte bloemen aangebracht. Te lang geopende bloemen van een gemerkt cluster waarvan het stuifmeel al vrij kwam werden daarbij verwijderd.

2.3 ATS bespuitingen

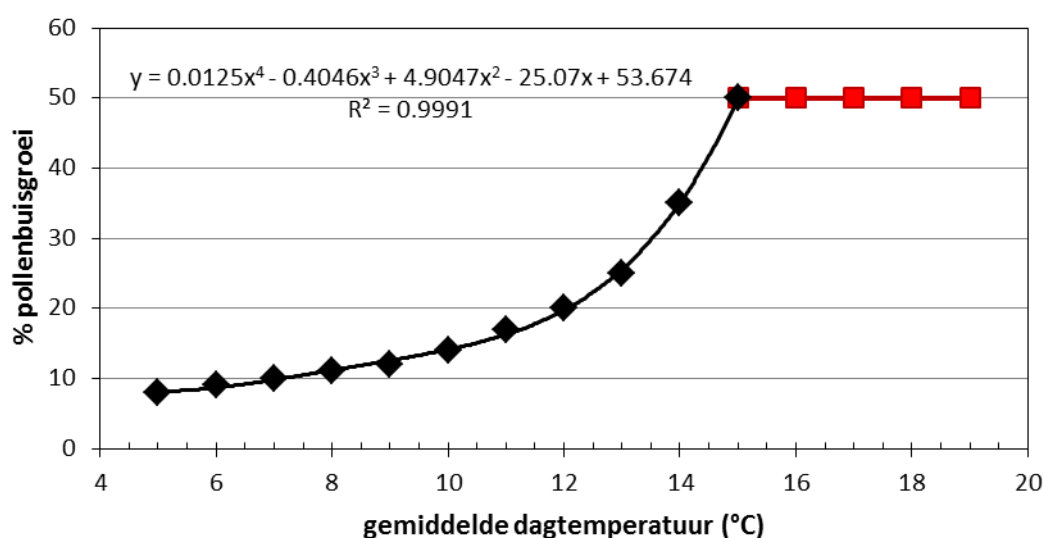
Ongeveer 4 dagen na de eerste serie bestuivingen en 3 uur na de laatste serie werden de veldjes bespoten met ATS. Direct na de bespuiting werd nog een serie bloemen bestoven om te vast te stellen in hoeverre bloemen na een ATS bespuiting nog bevrucht konden worden. In totaal werden in voorjaar 2012 vier proeven uitgevoerd. De behandelingschema's van deze proeven staan weergegeven in de tabellen 1 tot 4. De weersomstandigheden tijdens deze proeven staan weergegeven in bijlage 1.

In de eerste en tweede proef werd bij een van de ATS bespuiting 1% propyleenglycol toegevoegd met als doel het blad langer vochtig te houden (Hazen, 2000) en de werking van ATS te versterken. De bespuitingen zijn uitgevoerd met behulp van een Muckhof tunnelspuit (Figuur 3, proef 1, 3 en 4) of de KWH-proevenspuit (proef 2) met verschillende hoeveelheden water (200, 400 of 600 liter/ha) om na te gaan of het watervolume van invloed is op de remmende werking van ATS op de vruchtzetting.

Proef 2 bestaat uit twee deelproeven. Een deel van de bomen is op een later moment bestoven en met ATS bespoten dan de eerst bestoven bomen.

2.4 Pollenbuisgroeimodel

Voor het berekenen van de pollenbuisgroei is gebruik gemaakt van de gegevens van Williams & Wilson (1970) voor diploïde appelrassen. De door hem gepubliceerde gegevens voor het % van de stijlengte die per 24 uur werd doorgroeid door de pollenbuis bij verschillende gemiddelde dagtemperaturen zijn gebruikt om een formule af te leiden voor de relatie tussen de temperatuur en de pollenbuisgroei (als percentage van totale stijlengte) (figuur 4). Deze formule is vervolgens gebruikt om op basis van de gemiddelde uurtemperatuur in de boomgaard het percentage pollenbuisgroei op uurbasis te berekenen.



Figuur 4. Relatie tussen gemiddelde dagtemperatuur en groei pollenbuis gebaseerd op gegevens pollenbuisgroei diploïde appelrassen (Williams & Wilson, 1970).

Tabel 1. Behandelingsschema bestuivingsproef 1 (27 april – 4 mei)

| Objectnr. | ATS | Bestuivingstijdstip |
|-----------|------------------------------------|---------------------|
| 1.1 | geen | T1 |
| 1.2 | geen | T2 |
| 1.3 | geen | T3 |
| 1.4 | geen | T4 |
| 2.1 | 15 kg/ha ATS, 200 l/ha | T1 |
| 2.2 | 15 kg/ha ATS, 200 l/ha | T2 |
| 2.3 | 15 kg/ha ATS, 200 l/ha | T3 |
| 2.4 | 15 kg/ha ATS, 200 l/ha | T4 |
| 3.1 | 15 kg/ha ATS, 600 l/ha + 1% glycol | T1 |
| 3.2 | 15 kg/ha ATS, 600 l/ha + 1% glycol | T2 |
| 3.3 | 15 kg/ha ATS, 600 l/ha + 1% glycol | T3 |
| 3.4 | 15 kg/ha ATS, 600 l/ha + 1% glycol | T4 |

Tabel 2. Behandelingsschema bestuivingsproef 2 (18 mei – 22 mei)

| Objectnr. | ATS | Bestuivingstijdstip |
|-----------|------------------------------------|---------------------|
| 1.1 | geen | T1 |
| 1.2 | geen | T2 |
| 1.3 | geen | T3 |
| 1.4 | geen | T4 |
| 2.1 | 15 kg/ha ATS, 200 l/ha | T1 |
| 2.2 | 15 kg/ha ATS, 200 l/ha | T2 |
| 2.3 | 15 kg/ha ATS, 200 l/ha | T3 |
| 2.4 | 15 kg/ha ATS, 200 l/ha | T4 |
| 3.1 | 15 kg/ha ATS, 400 l/ha + 1% glycol | T1 |
| 3.2 | 15 kg/ha ATS, 400 l/ha + 1% glycol | T2 |
| 3.3 | 15 kg/ha ATS, 400 l/ha + 1% glycol | T3 |
| 3.4 | 15 kg/ha ATS, 400 l/ha + 1% glycol | T4 |

Tabel 3. Behandelingsschema bestuivingsproef 3 (29 mei – 1 juni)

| Objectnr. | ATS | Bestuivingstijdstip |
|-----------|------------------------|---------------------|
| 1.1 | geen | T1 |
| 1.2 | geen | T2 |
| 1.3 | geen | T3 |
| 1.4 | geen | T4 |
| 2.1 | 15 kg/ha ATS, 400 l/ha | T1 |
| 2.2 | 15 kg/ha ATS, 400 l/ha | T2 |
| 2.3 | 15 kg/ha ATS, 400 l/ha | T3 |
| 2.4 | 15 kg/ha ATS, 400 l/ha | T4 |
| 3.1 | 15 kg/ha ATS, 200 l/ha | T1 |
| 3.2 | 15 kg/ha ATS, 200 l/ha | T2 |
| 3.3 | 15 kg/ha ATS, 200 l/ha | T3 |
| 3.4 | 15 kg/ha ATS, 200 l/ha | T4 |
| 4.1 | 25 kg/ha ATS, 200 l/ha | T1 |
| 4.2 | 25 kg/ha ATS, 200 l/ha | T2 |
| 4.3 | 25 kg/ha ATS, 200 l/ha | T3 |
| 4.4 | 25 kg/ha ATS, 200 l/ha | T4 |

Tabel 4. Behandelingsschema bestuivingsproef 4 (27 juni – 29 juni)

| Objectnr. | ATS | Bestuivingstijdstip |
|-----------|------------------------|---------------------|
| 1.1 | geen | T1 |
| 1.2 | geen | T2 |
| 1.3 | geen | T3 |
| 1.4 | geen | T4 |
| 2.1 | 15 kg/ha ATS, 400 l/ha | T1 |
| 2.2 | 15 kg/ha ATS, 400 l/ha | T2 |
| 2.3 | 15 kg/ha ATS, 400 l/ha | T3 |
| 2.4 | 15 kg/ha ATS, 400 l/ha | T4 |
| 3.1 | 15 kg/ha ATS, 200 l/ha | T1 |
| 3.2 | 15 kg/ha ATS, 200 l/ha | T2 |
| 3.3 | 15 kg/ha ATS, 200 l/ha | T3 |
| 3.4 | 15 kg/ha ATS, 200 l/ha | T4 |
| 4.1 | 25 kg/ha ATS, 200 l/ha | T1 |
| 4.2 | 25 kg/ha ATS, 200 l/ha | T2 |
| 4.3 | 25 kg/ha ATS, 200 l/ha | T3 |
| 4.4 | 25 kg/ha ATS, 200 l/ha | T4 |

2.5 Waarnemingen

2.5.1 Vruchtzetting

Binnen 5 weken na bestuiving en voor het optreden van natuurlijke vruchtrui werd per gemerkt cluster het aantal gezette vruchtjes geteld. Het percentage vruchtzetting werd berekend als:

$$\% \text{ vruchtzetting} = \frac{\text{aantal vruchten per cluster}}{\text{aantal bestoven bloemen per cluster}} \times 100\%$$

Na vier tot vijf weken na bestuiving werden alle vruchtjes van de gemerkte clusters geoogst en werd het aantal pitten per vruchtje bepaald.

2.6 Analyse resultaten

2.6.1 Effect ATS op vruchtzetting

De werking van ATS op de vruchtzetting van 'Elstar' is berekend als percentage van de vruchtzetting van handbestoven bloemen die niet zijn behandeld met ATS.

2.6.2 Pollenbuisgroei

Op basis van uurwaarden van de temperatuur gemeten met het Mety weerstation in de boomgaard in Randwijk is met behulp van het pollengroeimodel (zie 2.4) de potentiële groei van de pollenbuis per uur en de cumulatieve groei van de pollenbuis berekend vanaf het moment van bestuiving.

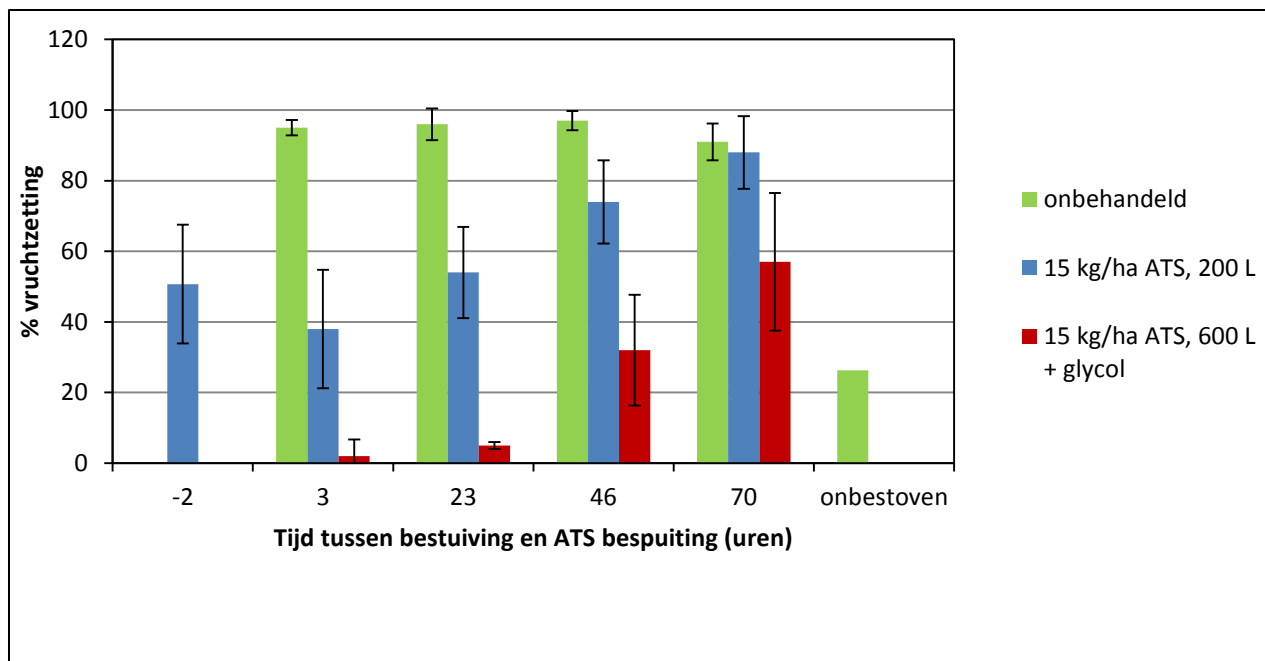
3 Resultaten & discussie

3.1 Vruchtzetting in relatie tot ATS bespuiting

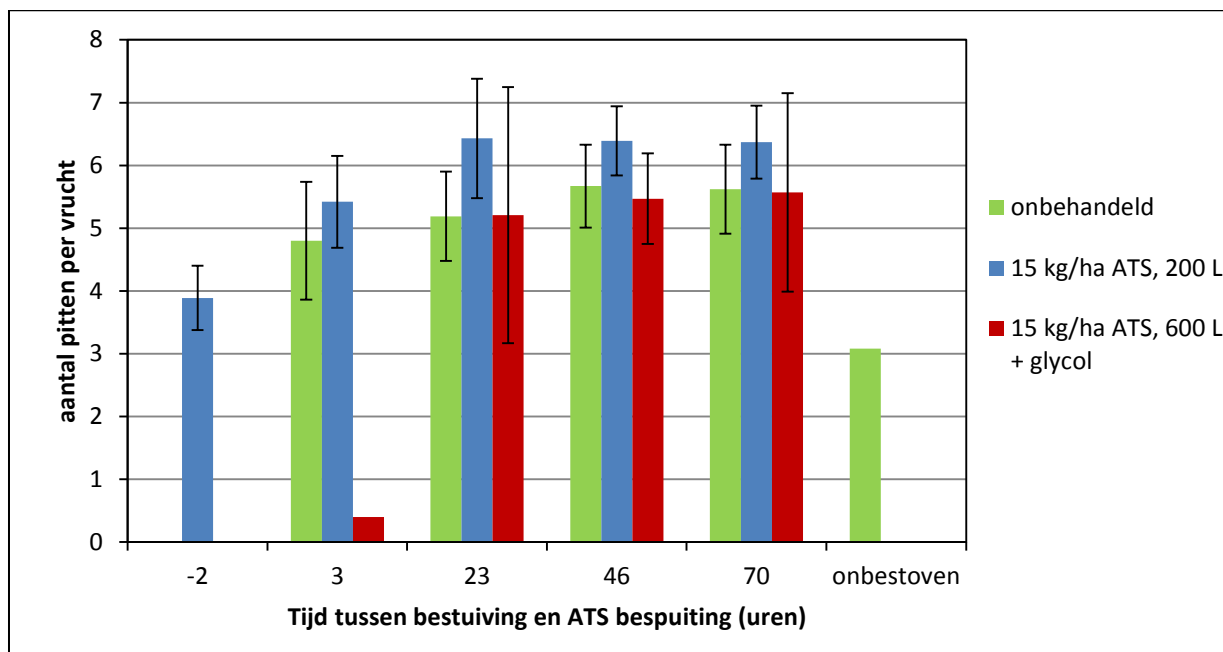
De eerste bestuivingsproef werd uitgevoerd met volgroeide 'Elstar' bomen tijdens hun de natuurlijke bloeiperiode. Zonder handbestuiving bedroeg de vruchtzetting bij deze bomen 26% (figuur 5) en bleken de vruchtjes gemiddeld drie zich goed ontwikkelende zaden te bevatten (figuur 6). Hoewel de bloemtrossen tijdens de bloeiperiode ingehuld waren in fijnmazig gaas om bestuiving door insecten te vermijden, kan niet volledig worden uitgesloten dat de bloemen via windbestuiving zijn bestoven en bevrucht. Waarschijnlijker is dat er sprake geweest van zelfbestuiving. De literatuur is niet eenduidig over bevruchting en vruchtzetting via zelfbestuiving bij Elstar. Volgens Keulemans & Eyssen (1980) treedt er na zelfbestuiving geen vruchtzetting op en is Elstar zelfsteriel. Volgens de rassenlijst voor groot-fruitgewassen (Anonymus, 1999) is 'Elstar' enigszins zelfverdraagzaam en kan er dus vruchtzetting plaatsvinden na zelfbestuiving. Ook bij in stuifmeeldichte zakken ingehulde bloemclusters van 'Elstar' trad vruchtzetting op en bleken de vruchten gemiddeld ruim 4 goed ontwikkelde pitten te bevatten (E. Walraven, Plant Research International, ongepubliceerde gegevens). Deze laatste waarneming geeft aan dat zelfbevruchting kan plaatsvinden bij 'Elstar'. De in de eerste bestuivingsproef waargenomen vruchtzetting en pitten in 'Elstar' bij de ingehulde bloemtrossen zijn hierdoor het meest waarschijnlijk het gevolg van zelfbestuiving.

Van de handmatig bestoven bloemen die niet zijn behandeld met ATS (object 'onbehandeld') bedroeg de vruchtzetting gemiddeld 95% (figuur 5). Een bespuiting van de bomen met 15 kg/ha ATS in 200 liter water uitgevoerd twee uur voor het bestuiven van de bloemen (object 2) leidde tot gemiddeld 50% vruchtzetting, een afname van 45% ten opzichte van onbehandeld. Een vergelijkbare afname van de vruchtzetting trad op bij eenzelfde ATS bespuiting uitgevoerd 3 of 23 uur na de bestuiving. Een ATS bespuiting uitgevoerd 46 uur na de bestuiving gaf ongeveer 75% vruchtzetting. Indien met de ATS bespuiting werd gewacht tot 70 uur na bestuiving van de bloemen dan was de vruchtzetting vergelijkbaar met die van de onbehandelde bomen en had ATS dus geen remmende werking meer op de vruchtzetting.

Een bespuiting met 15 kg/ha in 600 liter water waaraan 1% glycol was toegevoegd om het blad langer vochtig te houden leidde tot veel lagere percentages vruchtzetting. Indien deze ATS bespuiting 3 of 23 uur na bestuiving plaatsvond trad vrijwel in het geheel geen vruchtzetting op. Toepassing 46 en 70 uur na bestuiving gaf respectievelijk ongeveer 30 en 55% vruchtzetting (figuur 5). Deze zeer lage vruchtzetting is mogelijk voor een belangrijk deel het gevolg van de sterke bladschade (figuur 7) die veroorzaakt is door deze behandeling waardoor er onvoldoende assimilaten gevormd konden worden in de bladeren om het vruchtzettingsproces van energie te voorzien.



Figuur 5. Effect van tijdsduur tussen bestuiving en ATS bespuiting op de vruchtzetting van 'Elstar' in proef 1.

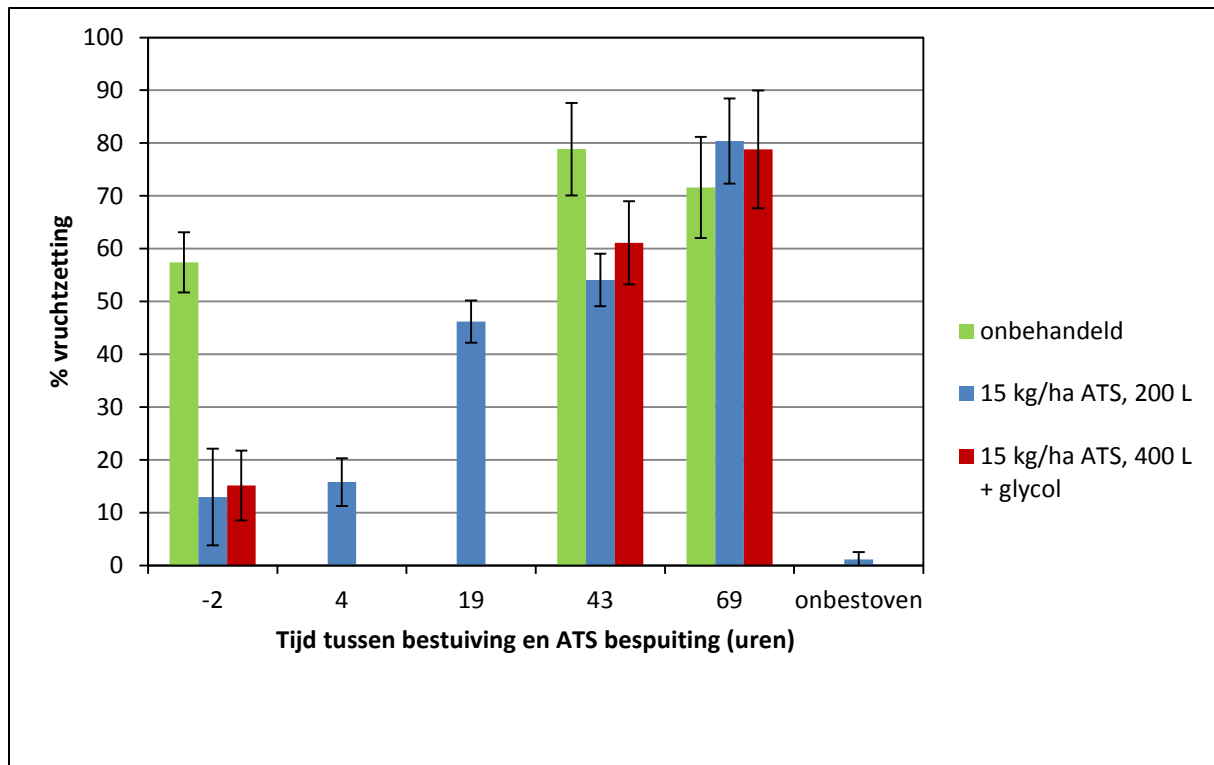


Figuur 6. Effect van tijdsduur tussen bestuiving en ATS bespuiting op het aantal pitten in 'Elstar' appels in proef 1.

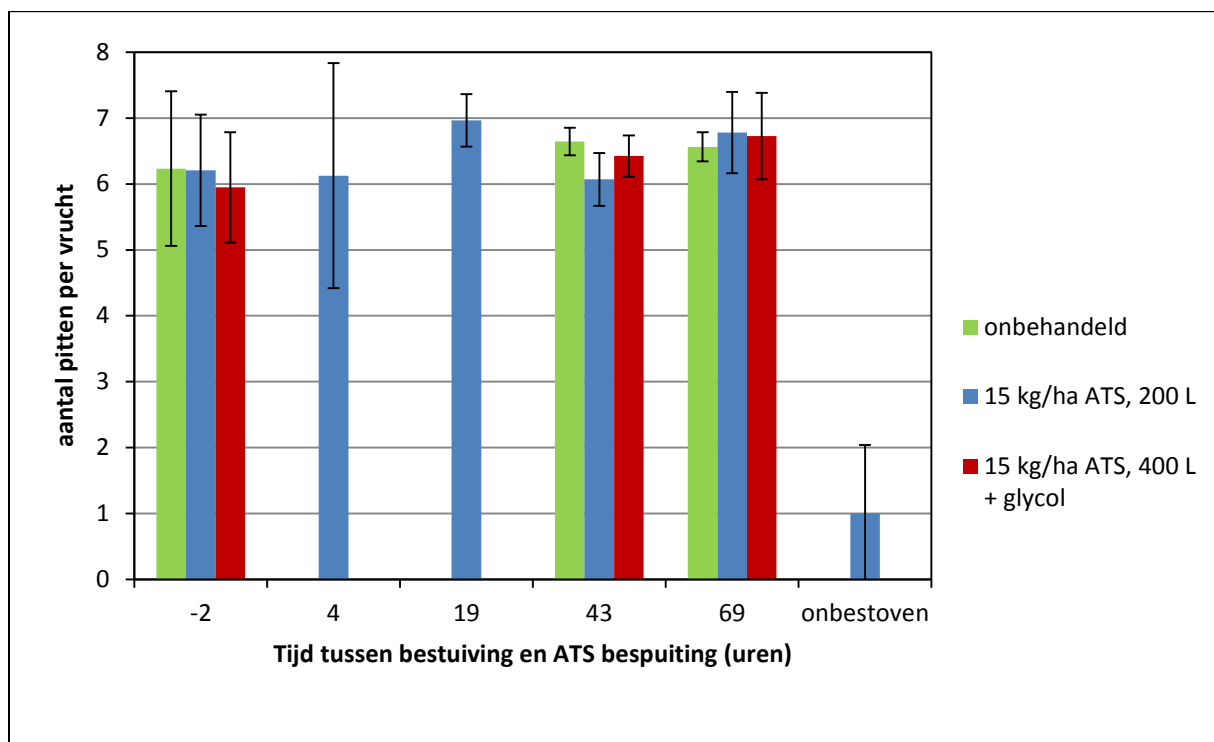


Figuur 7. Bladschade bij 'Elstar' enkele dagen na bespuiting met 15 kg/ha ATS in 600 liter water met 1% propyleenglycol.

De tweede bestuivingsproef werd uitgevoerd tussen 18 en 22 mei op tweejarige knipbomen geplant in maart 2012 (tabel 2, figuur 2). In deze proef trad vrijwel geen vruchtzetting op bij onbestoven bloemen. Afhankelijk van de dag van bestuiving varieerde het percentage vruchtzetting bij de handmatig bestoven bloemen (object onbehandeld) tussen de 57% en 79% (figuur 8). Door een bespuiting met 15 kg/ha ATS werd het percentage vruchtzetting verminderd tot circa 14%. Een bespuiting met 15 kg ATS per hectare in 200 liter uitgevoerd 4 uur na de bestuiving gaf een vergelijkbare vermindering van de vruchtzetting als eenzelfde ATS bespuiting voorafgaande aan de bestuiving. Bij een ATS bespuiting 19 uur, 43 of 69 uur na de bestuiving nam de remmende werking van ATS op de vruchtzetting sterk af. De percentages vruchtzetting namen toe met de tijd tussen bestuiven en ATS bespuiting en waren bij een tijdsinterval van 69 uren gelijk aan die van de niet met ATS behandelde bomen (figuur 8). Voor het beperken van de vruchtzetting maakte het geen verschil of de 15 kg/ha ATS werd verspoten in 200 liter water of 400 liter water + 1% propyleenglycol. In tegenstelling tot de eerste proef werd in deze proef geen bladschade waargenomen bij de ATS behandeling waaraan glycol was toegevoegd. Het aantal pitten per vrucht was voor alle vruchten die zich ontwikkelden uit bestoven bloemen vergelijkbaar en bedroeg gemiddeld 6,4 pitten per vrucht (figuur 9). De enkele vrucht die zich ontwikkelde uit een niet handmatige bestoven bloem had gemiddeld slechts 1 pit. Uit deze proef blijkt overduidelijk dat voor vruchtzetting bij deze jonge 'Elstar' bomen een bevruchting van de bloemen nodig was en dat na ATS bespuiting alleen vruchtzetting heeft plaatsgevonden bij bloemen waarin ondanks ATS bespuiting een goede bevruchting was opgetreden. Deze bloemen zijn waarschijnlijk onvoldoende geraakt door ATS, waardoor het stuifmeel goed kon kiemen en door de stijl naar het vruchtbeginsel kon groeien.



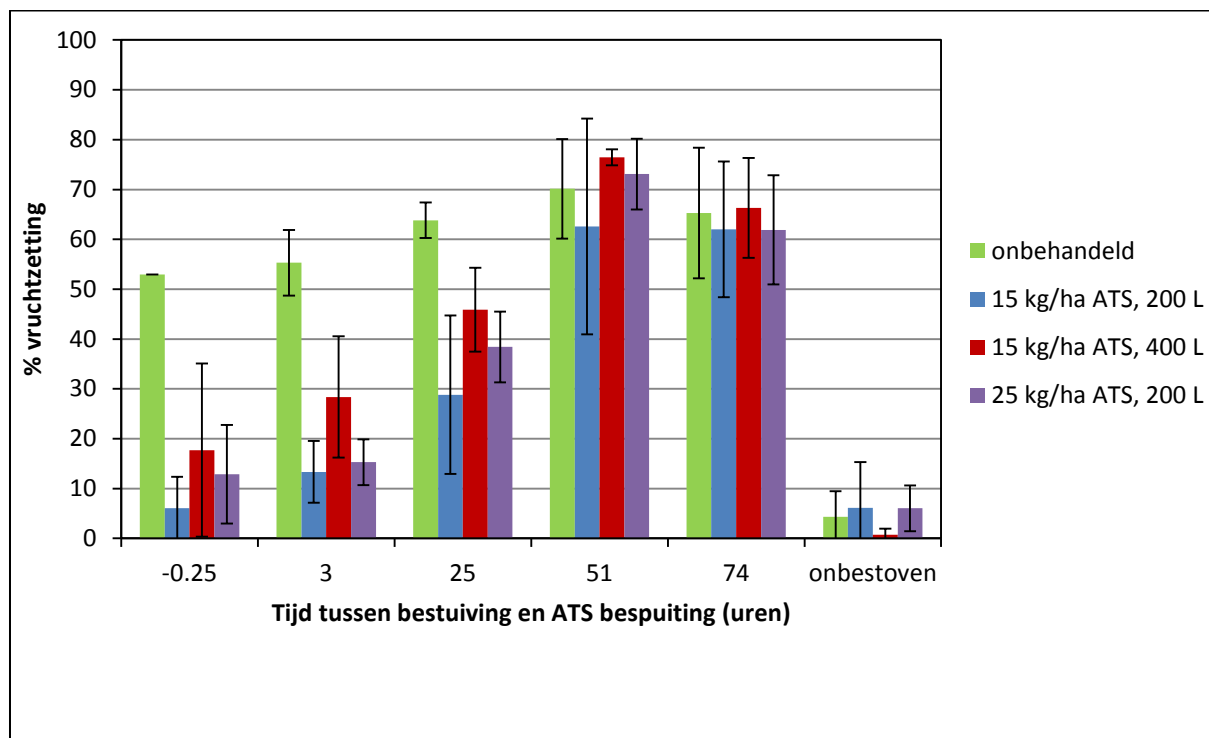
Figuur 8. Effect van tijdsduur tussen bestuiving en ATS bespuiting op de vruchtzetting van 'Elstar' in proef 2.



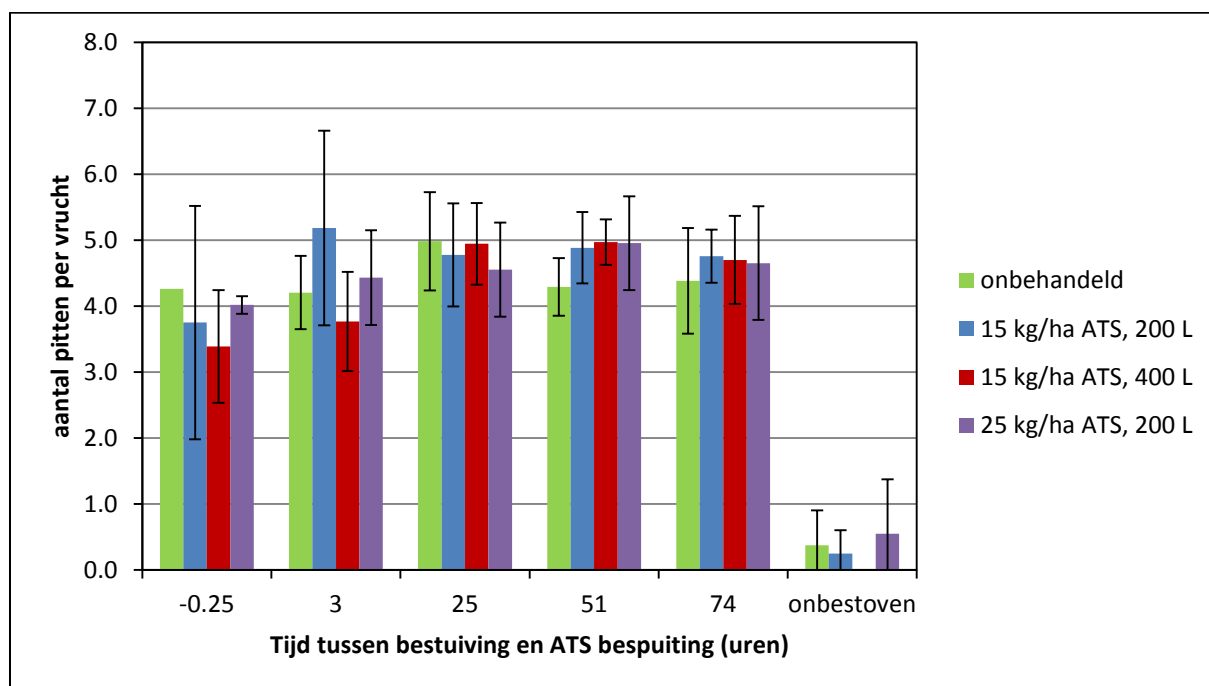
Figuur 9. Effect van tijdsduur tussen bestuiving en ATS bespuiting op het aantal pitten 'Elstar' appels in proef 2.

De derde bestuivingsproef, uitgevoerd tussen 29 mei en 1 juni, gaf in grote lijnen een vergelijkbaar resultaat als de voorgaande twee proeven. Zonder handmatige kruisbestuiving trad net als in de tweede proef bij deze tweejarige knipbomen vrijwel geen vruchtzetting op. Afhankelijk van de dag van bestuiving varieerde het percentage vruchtzetting bij de niet met ATS behandelde bomen (object onbehandeld) tussen 53% en 70% (figuur10). De drie verschillende bespuitingen met ATS voorafgaande aan de bestuiving of op verschillende tijdsduren na bestuiving lieten onderling geen verschil in werking zien.

In alle gevallen gaven de bespuitingen met ATS kort voor en 3 uur na de bestuiving een vergelijkbare vermindering van de vruchtzetting tot gemiddeld 16%. Bij een ATS bespuiting 25 uur na bestuiving was de werking van ATS duidelijk minder en bedroeg het zettingspercentage gemiddeld 38%. Bij een tijdsduur van 51 uur of langer tussen bestuiving en ATS bespuiting gaf ATS geen enkele vermindering van de vruchtzetting te zien ten opzichte van de niet met ATS behandelde bomen. Ook in deze proef hadden de enkele appels die zich hadden ontwikkeld uit niet bestoven bloemen gemiddeld minder dan 1 pit, terwijl alle appels gevormd uit bestoven bloemen gemiddeld 4,5 pitten hadden (figuur 11). Vruchtzetting in deze proef trad dus ook alleen op na een goede bevruchting van de bloemen na kruisbestuiving.

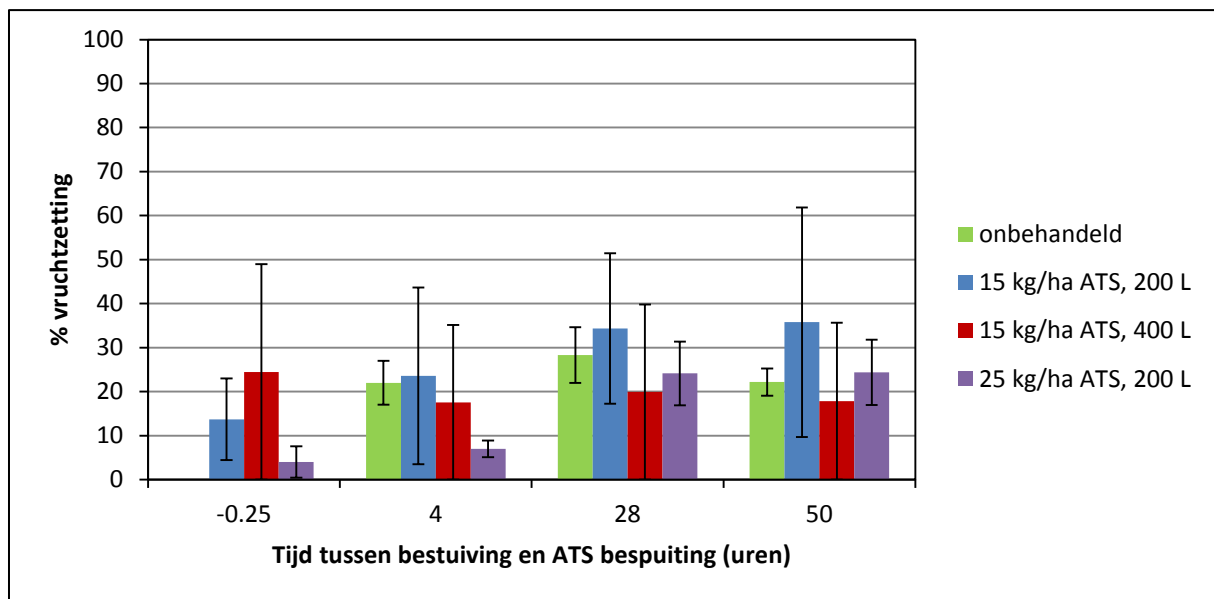


Figuur 10. Effect van tijdsduur tussen bestuiving en ATS bespuiting op de vruchtzetting van 'Elstar' in proef 3.

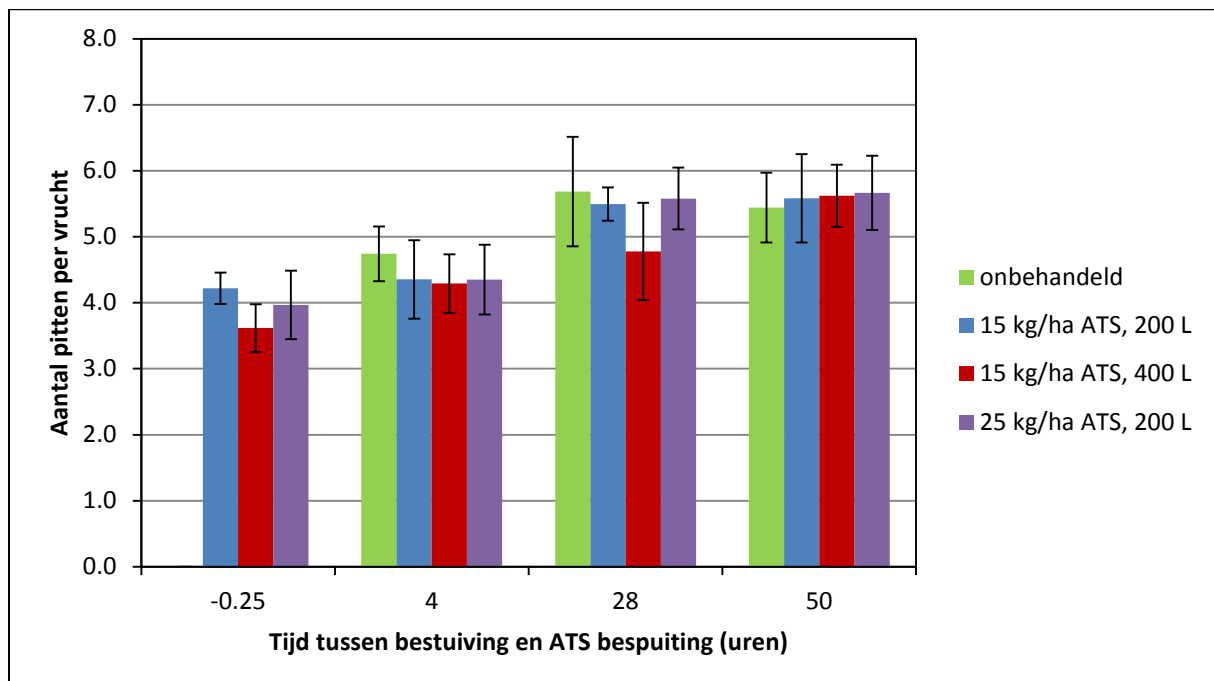


Figuur 11. Effect van tijdsduur tussen bestuiving en ATS bespuiting op het aantal pitten 'Elstar' appels in proef 3.

De vierde proef werd net als de tweede en derde proef uitgevoerd op tweejarige knipbomen, in dit geval geplant op 31 mei en bestoven tussen 27 en 29 juni. Opvallend was het zeer lage percentage vruchtzetting na bestuiving in deze proef ten opzichte van de eerdere proeven. Voor de niet met ATS bespoten bomen bedroeg dit gemiddeld 24% (figuur 12). De oorzaak voor de slechte vruchtzetting is onbekend. De kiemkracht van het gebruikte stuifmeel was gelijk aan die in eerdere proeven. Mogelijk is de kwaliteit van de bloemen na de lange bewaring afgenomen of was de vochtvoorziening voor de bloemen door de snelle bladontwikkeling bij de hogere temperaturen in juni te beperkend om de bloemen in de juiste conditie te behouden voor een bevruchting en de zetting van de vruchtjes. Alleen voor de bomen die 4 uur na bestuiving werden bespoten met 25 kg/ha ATS in 200 liter werd een significant lager percentage vruchtzetting (7%) waargenomen dan voor de onbehandelde bomen. Het aantal pitten per vrucht varieerde tussen gemiddeld 4,2 en 5,5 en geeft aan dat ook in deze proef de alleen vruchten zijn gaan groeien na een geslaagde bevruchting van de bloemen na bestuiving (figuur 13).



Figuur 12. Effect van tijdsduur tussen bestuiving en ATS bespuiting op de vruchtzetting van 'Elstar' in proef 4.



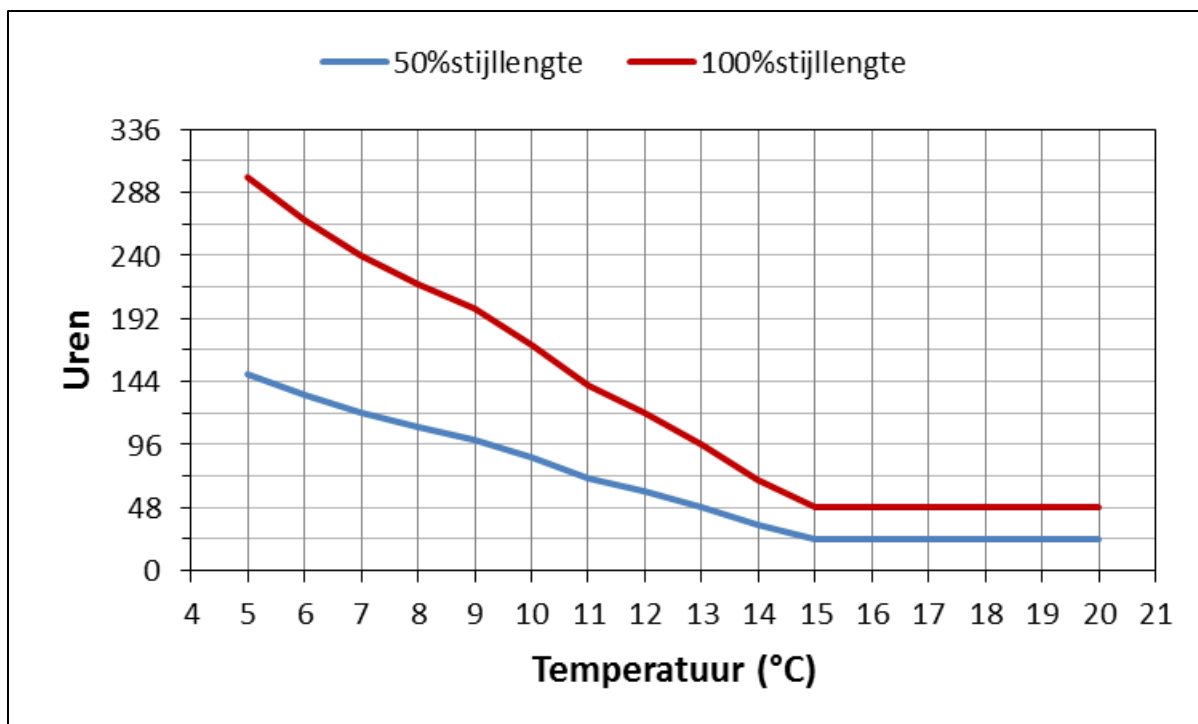
Figuur 13. Effect van tijdsduur tussen bestuiving en ATS bespuiting op het aantal pitten in 'Elstar' appels in proef 4.

3.2 Temperatuur en pollenbuisgroei

Bij vruchtzetting die afhankelijk is van de ontwikkeling van zaden in de vrucht is allereerst bestuiving nodig met het juiste type en kiemkrachtig stuifmeel. 'Elstar' staat bekend als een ras dat enigszins zelffertil is, wat betekent dat enige vruchtzetting mogelijk is bij bestuiving door eigen stuifmeel (Anonymus, 1999). Een veel betere zetting en vruchtontwikkeling treedt op indien kruisbestuiving plaatsvindt met stuifmeel van ander appelras. Hiertoe worden in vrijwel alle moderne aanplanten 'Elstar' bestuiverbomen geplaatst van een geschikte bestuiverras of sierbestuivers. De 19^e rassenlijst voor groot-fruitgewassen bevat een schema (bestuivingsdriehoek) waarin een groot aantal geschikte bestuiverrassen voor 'Elstar' staat vermeld (Anonymus, 1999). Voor het bestuivingsonderzoek is gebruik gemaakt van een commercieel verkrijgbaar stuifmeelmengsel van de rassen 'Granny Smith', 'Red Delicious' en 'Gala'. Voorafgaand aan de bestuiving is de kiemkracht van dit stuifmeel *in vitro* bepaald en bleek deze uitstekend (figuur 1A).

Naast geschikt en kiemkrachtig pollen is het voor de totstandkoming van een bevruchting nodig dat de condities van zowel het weer als de bloem op het moment van bestuiving en de daarop volgende uren geschikt zijn voor het kiemen van het stuifmeel en de groei van de pollenbuis door de stijl van de bloem naar het vruchtbeginsel en de daadwerkelijke bevruchting van de eicellen. De temperatuur bepaalt mede de snelheid waarmee de pollenbuis door de stijl naar de eicellen in het vruchtbeginsel groeit. Op basis van Engels onderzoek bij een aantal diploïde appelrassen is een model opgesteld dat op basis van de temperatuur de tijdsduur berekent die nodig is voor een pollenbuis om vanaf moment van bestuiving de eicel te bereiken. Ook de kwaliteit van de bloem, en in het bijzonder de tijdsduur waarin de eicel ontvankelijk is voor bevruchting, spelen een belangrijke rol bij de totstandkoming van een bevruchting van een bestoven bloem. De effectieve bestuivingsperiode wordt daarom bepaald door zowel de snelheid van de pollenbuisgroei als de levensduur van de eicel. Eicellen in goed ontwikkelde sterke bloemknoppen hebben over het algemeen een langere levensduur. Hierdoor kan bij eenzelfde temperatuur een bestuiving van een sterke bloem tot een later tijdstip na opengaan van de bloem tot een bevruchting leiden dan bij een bloem met eicellen met een kortere levensduur.

In figuur 14 is het benodigde aantal uren uitgezet dat een pollenbuis nodig heeft om 50% en 100% van de stijl door te groeien en het vruchtbeginsel te bereiken als functie van de temperatuur. Bij 15 °C en hoger is de snelheid volgens het model van Williams & Wilson (1970) maximaal en duurt het 48 uur voor een pollenbuis om vanaf de stempel naar het vruchtbeginsel te groeien. Bij een constante temperatuur van 5 °C duurt het volgens het model 300 uur om het vruchtbeginsel te bereiken. Door gebruik te maken van de actuele temperatuur in de boomgaard kan met behulp van het model berekend worden wat het percentage van de stijllengte tussen stempel en vruchtbeginsel is dat vanaf moment van bestuiving door de pollenbuis is afgelegd (tabel 5).



Figuur 14. Relatie tussen temperatuur en tijd die nodig is voor de pollenbuis om na bestuiving 50% en 100% van stijl van een bloem door te groeien op weg naar het vruchtbeginsel.

Tabel 5. Gemiddelde temperatuur, luchtvochtigheid (% RV) en berekende tijd vanaf bestuiving tot 100% pollenbuisgroei in 'Elstar' voor de vier uitgevoerde bestuivingsproef in mei en juni 2012.

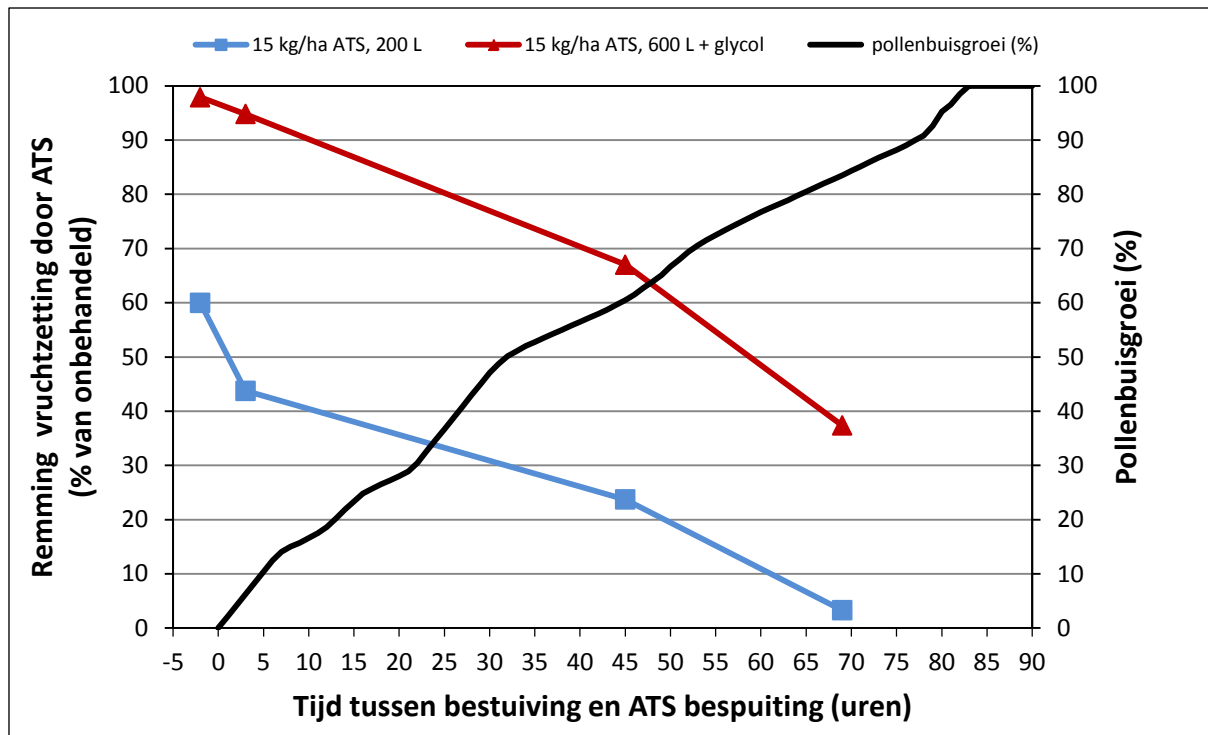
| Bestuivingsperiode | Gemiddelde temperatuur (°C) | Gemiddelde RV (%) | Berekende tijd tot 100% pollenbuisgroei (uren)* |
|----------------------|-----------------------------|-------------------|---|
| 1 - 4 mei 2012 | 13,5 | 83,7 | 95 |
| 18 - 22 mei 2012 | 16,1 | 74,5 | 67 |
| 29 mei - 1 juni 2012 | 14,7 | 78,9 | 71 |
| 27 - 29 juni 2012 | 21,2 | 77,8 | 49 |

*berekend vanaf eerste bestuivingsmoment met pollenbuisgroeimodel Williams & Wilson (1970) op basis van uurwaarden temperatuur gemeten in boomgaard Randwijk

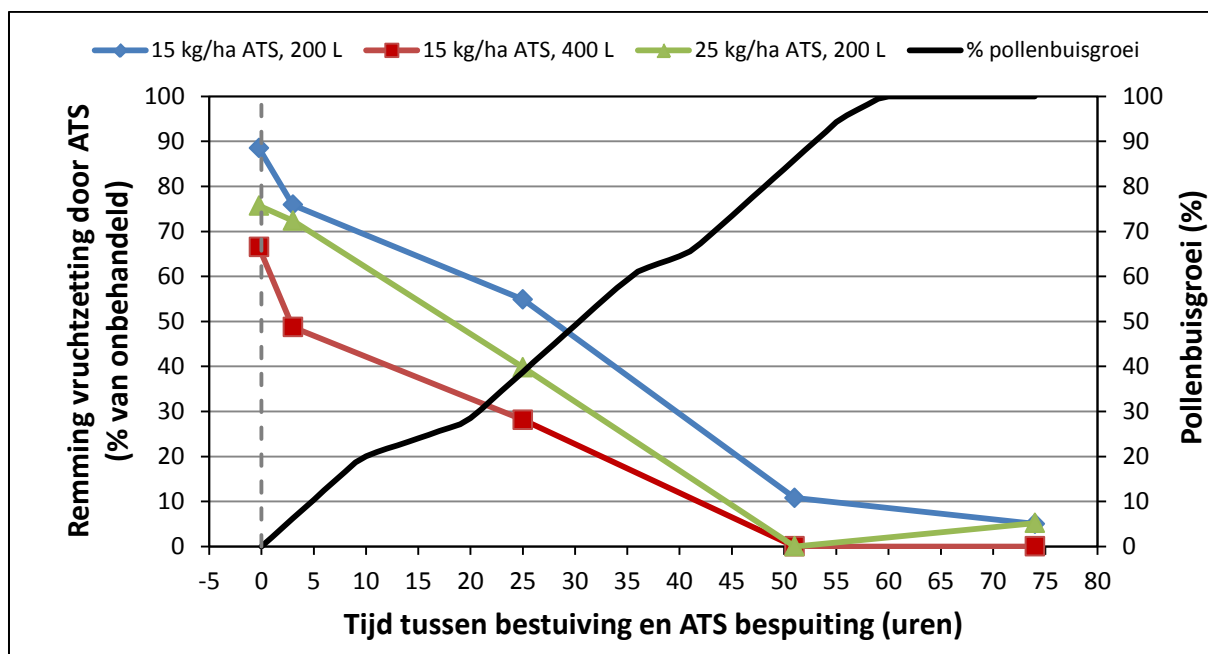
De effectiviteit van de uitgevoerde bespuitingen met ATS in proef 1, uitgedrukt als percentage remming van de vruchtzetting ten opzichte van handbestoven bloemen die niet met ATS zijn behandeld, bedroeg ruim 95% voor bomen die 2 uur voor of binnen 3 uur na bestuiving waren bespoten met 15 kg/ha ATS in 600 liter water met 1% propyleenglycol en nam vrijwel lineair af met de tijd tussen bestuiving en ATS bespuiting tot ca. 40% remming 70 uur na bestuiving (figuur 15). Bij een bespuiting met 15 kg/ha ATS in 200 liter water zonder toevoeging van propyleenglycol bedroeg de maximale remming van de vruchtzetting ca. 60% bij een bespuiting 2 uur voor de bestuiving, maar was de remming bij een bespuiting 3 uur na de bespuiting gemiddeld afgenomen tot 44%. Ook bij deze behandeling nam de werking van ATS ongeveer lineair af met de tijd tussen bestuiving en ATS bespuiting en trad er 70 uur na bestuiving vrijwel geen remming van de vruchtzetting meer op. Eenzelfde tendens is zichtbaar bij de zetting in proef 3. Ook in deze proef nam de remmende werking van ATS op de vruchtzetting sterk af met de tijd tussen bestuiving en de bespuiting met ATS. In deze proef lijkt 15 kg/ha ATS gespoten in 400 liter water de vruchtzetting minder te hebben geremd dan eenzelfde hoeveelheid ATS in gespoten in 200 liter, hetgeen duidt op een betere werking van ATS als het met minder water wordt gespoten. Dit kon echter door de grote variatie tussen de 3 herhalingen niet statistisch betrouwbaar worden aangetoond. Ook in een eerder veldproef waarin een bespuiting met 12 kg/ha ATS met weinig water (200 liter/ha) en veel water (1000 liter/ha) werd verspoten kon geen betrouwbaar verschil in vruchtzetting worden waargenomen tussen beide ATS behandelingen (Maas & Peeters, 2002). Verhoging van de ATS dosering tot 25 kg/ha in 200 liter water gaf niet betrouwbaar meer remming van de vruchtzetting dan 15 kg/ha ATS in 200 liter water (figuur 16). De gegevens in de figuren 16 en 17 laten zien dat, met uitzondering van de behandeling ATS + propyleenglycol die bladschade gaf, de remmende werking van ATS op de vruchtzetting vrijwel ophoudt zodra de berekende pollenbuisgroeï ca. 80% is. Vanwege de hogere gemiddeld temperatuur werd dit punt in proef 3 eerder bereikt (na ca. 50 uur) dan in proef 1 (na ca. 70 uur). Tabel 5 geeft een overzicht van het berekende aantal uren dat volgens het pollenbuisgroeïmodel van Williams & Wilson (1970) in de vier proeven nodig was voor 100% pollenbuisgroeï, oftewel het bereiken van het vruchtbeginsel. Dit liep uiteen van 95 uur in de eerste proef tijdens de natuurlijke bloeiperiode van Elstar tot 49 uur voor de laat geplante bomen van proef 4 die pas eind juni bloeiden.

3.3 Strategie bloemdunnen met ATS

De resultaten van de uitgevoerde bestuivingsproeven laten zien dat om bevruchting van bloemen te voorkomen ATS voor of binnen enkele uren na bestuiving moet worden gespoten. De effectiviteit van ATS neemt snel af met de tijd tussen bestuiving en ATS bespuiting. Wanneer de pollenbuis volgens het pollenbuisgroeïmodel van Williams & Wilson (1970) halverwege de stijl is, kan de bevruchting gemiddeld ook maar in 50% van de bloemen worden voorkomen. Afhankelijk van de temperatuur moet de ATS bespuiting dan niet later dan ca. 20 tot 30 uur na bestuiving plaatsvinden. Dit geldt voor elke bloem afzonderlijk. Voor een boom met 200 bloemtrossen met elk 5 bloemen betekent dit dat indien het streven is om slechts 150 van de 1000 bloemen bevrucht te krijgen en te laten ontwikkelen tot appel, dat de periode waarin deze 1000 bloem opengaan en de tijdsduur waarbinnen ze na opengaan worden bestoven bepalend is voor het moment waarop de bespuiting met ATS moet worden uitgevoerd. In de praktijk zal dit in grote percelen Elstar lastig zijn te realiseren, maar de ervaringen van de laatste tien jaar laten zien dat in veel gevallen de algemene eerste toepassing van ATS één dag na volle bloei meerjarig hout bij goede bloeiomstandigheden te laat is om de vruchtzetting voldoende te remmen. Aanbevolen wordt de eerste bespuiting te vervroegen naar het moment dat de eerste 200 bloemen per boom een aantal uren tot een dag hebben gebloeï en de weerscondities voldoende goed zijn geweest voor bestuiving door bijen of andere insecten.



Figuur 15. Remming vruchtzetting 'Elstar' door ATS bespuitingen op verschillende tijdstippen na bestuiving in proef 1, uitgedrukt als percentage van de niet met ATS behandelde controlebomen. De berekende cumulatieve pollenbuisgroei als percentage van maximale pollenbuislengte is berekend met behulp van de het model gebaseerd op de gegevens van Williams & Wilson (1970) (zie 2.4 en 2.6.2).



Figuur 16. Remming vruchtzetting 'Elstar' door ATS bespuitingen op verschillende tijdstippen na bestuiving in proef 3, uitgedrukt als percentage van de niet met ATS behandelde controlebomen. De berekende cumulatieve pollenbuisgroei als percentage van maximale pollenbuislengte is berekend met behulp van de het model gebaseerd op de gegevens van Williams & Wilson (1970) (zie 2.4 en 2.6.2).

4 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de resultaten verkregen in dit onderzoek zijn een aantal conclusies te trekken en aanbevelingen te doen om tot een betere vruchtdrachtregulatie te komen via het gebruik van ATS tijdens de bloei:

- Vruchtzetting in 'Elstar' kan worden beperkt door kort na bestuiving ATS te spuiten.
- Het pollenbuisgroeimodel is een bruikbaar 'instrument' om te kunnen berekenen hoe snel na bestuiving ATS gespoten dient te worden om de vruchtzetting te kunnen remmen.
- ATS bespuiting voor bestuiving kan vruchtzetting volledig verhinderen mits bloem goed wordt geraakt tijdens bespuiting.
- Vruchtzetting die optreedt na ATS bespuiting is het gevolg van onvolledige remming van de pollenbuisgroei door te late of niet afdoende bespuiting met ATS waardoor bevruchting en vruchtzetting plaatsvindt.
- Bij 50% pollenbuisgroei is remmende werking ATS afgenomen tot ca. 50%
- Remming van de vruchtzetting neemt recht evenredig af met tijd tussen bestuiving en ATS bespuiting
- Bij 80% pollenbuisgroei (50-70 uur na bestuiving bij gemiddelde temperatuur van resp. 21 en 13,5 °C) heeft ATS nagenoeg geen effect meer op de vruchtzetting.
- Bladverbranding leidt tot sterkere remming vruchtzetting.
- De eerste bespuiting met ATS dient te worden uitgevoerd binnen 48 uur nadat voldoende bloemen zijn bestoven om het gewenste drachtniveau inclusief marge voor kwaliteitsdunning te behalen.

5 Geraadpleegde literatuur

Anonymus, 1999. 19^e Rassenlijst voor groot-fruitgewassen. CPRO, Wageningen.

Hazen, J.L., 2000. Adjuvants – Terminology, classification, and chemistry. *Weed Technology* 14: 773-784.

Keulemans, J. en Eyssen, R., 1980. Pollinisation et fecondation chez Elstar. *La Fruit Belge* 58: 45-52.

Maas, F. and Peeters, J., 2002. Elstar dunnen met ATS of Ethrel. *Fruitteelt* 92(15): 14-16.

Williams, R.R. and Wilson, D., 1970. Towards regulated cropping. A report of recent fruit-set experiments in British Orchards. Long Ashton Research Station, Bristol.

Bijlage 1

Bladnatperiodes, relatieve luchtvochtigheid (%RV) en temperatuurverloop in boomgaard Randwijk gedurende de 4 bestuivingsproeven. De rode pijlen onder de X-as geven de tijdstippen van de bestuiving weer, de zwarte pijlen het tijdstip van ATS bespuiting.

